

複合型赤外線センサノードによる 高低差に着目した転倒推定の精度評価

知能システム制御研究室 戸塚 悠斗

1. はじめに

日本国内では少子高齢化が急速に進んでおり、それに伴う独居高齢者の転倒事故増加が社会問題になっている [1]。転倒の早期発見を目的とした見守りシステムの開発が進められているが未だ課題は多い。例えば、接触型のウェアラブル機器を用いた転倒検知 [2] は装着負担が大きい。また、カメラを用いた転倒検知システム [3] など、非接触型であっても高画素なセンサはプライバシーの問題から導入に対する心理的抵抗が大きい。よって、非接触型で心理的負担の少ないセンサを用いた、低コストで導入しやすい転倒推定システムの開発が求められている。安達は、赤外線モーションセンサを用いた非接触型の転倒推定手法を提案した [4]。赤外線モーションセンサは、IoT 家電の人感センサとしても広く普及しており、これを転用したシステム構築も期待できる。この手法では、具体的な人物位置をまず推定し、その結果をもとに転倒推定を行っていた。しかし、二度の推定が必要であること、測定範囲が水平方向に限られていて誤検出の可能性があることが課題になっていた。そこで本研究では、転倒時に生じる身体の高低差に着目し、赤外線モーションセンサを上下に設置することで、位置推定を経ずに転倒推定を行う手法を提案し、その精度検証を行った。これにより、設置場所の自由度を高め、導入コストを抑えた実用的な見守りシステムの構築を目指す。

2. システムの構成

Fig. 1 に本システムの構成を示す。6 畳のエリア内の各四隅の上下に設置した Raspberry Pi 3 と赤外線モーションセンサ 4 個で構成されるセンサノードから、合計 32 個のセンサ出力と歩行や転倒などの行動を記録し、これを深層学習によって判別させる。

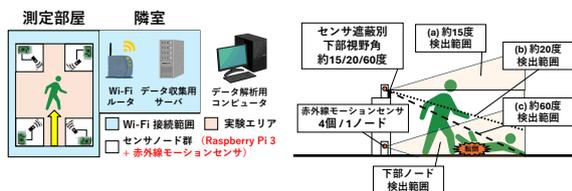


Fig. 1 システムの構成 Fig. 2 上下のセンサ出力差

3. 転倒推定の精度検証

3-1 センサ遮蔽による転倒推定への影響の確認

本システムでは、転倒時に上下のセンサ出力に差が生じる (Fig. 2) ことに着目し、上側ノードの位置から下部を隠す遮蔽を設置する。遮蔽が転倒推定に

与える影響を評価するため、センサから下側が見える視野角が約 15 度、約 20 度、約 60 度の 3 つの条件で遮蔽を設置し、それぞれの推定精度を比較した。RNN による 5 分割の交差検証を行った結果、いずれも 80% 以上となり、遮蔽度に応じて約 5% ずつの精度向上が確認された。

3-2 実生活を模した環境と制約した条件での検証

家具を追加で設置し (Fig. 3)、着席動作も含めた転倒推定を実施した。同じ条件で推定した結果、行動パターンが増えても 80% 以上の精度を維持した。センサ個数を減らす検証では、精度は 32 個使う場合で 83.7%、8 個まで減らした場合も 71.0% となり、それ以下では大きく低下した。また、センサ配置を家具上、かつセンサ個数を 5 個とした場合、使用センサの選択次第では 70.9% の精度が得られた。推定条件ごとの精度を Fig. 4 に示す。

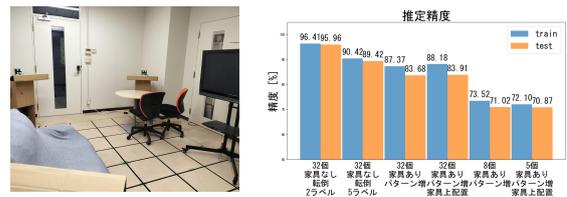


Fig. 3 実生活を模した環境 Fig. 4 条件ごとの精度比較

4. まとめ

本研究では、高低差をつけて設置した赤外線モーションセンサによる転倒推定方法を提案した。実験環境を整えた歩行・転倒の 2 ラベルでは 95%、家具を含めた実生活を模した環境でセンサ数を 5 個とした場合は条件によるが 70% の推定精度を得た。今後の課題として、実生活に近づけた行動パターンの追加や赤外線モーションセンサを搭載した IoT 家電へ置き換えた推定の検証が挙げられる。

参考文献

- [1] 総務省 (2024) 『統計からみた我が国の高齢者』, <https://www.stat.go.jp/data/topics/pdf/topics142.pdf>, (参照日 2024 年 6 月 12 日)
- [2] 大井, 松下, 堀, 高岡: ウェアラブルセンサによる歩行データからの転倒動作検出の試み, 人工知能学会第 28 回インタラクティブ情報アクセスと可視化マイニング研究会予稿集, 1/8 (2022)
- [3] 土居, 井上, 青木, 大城: 人物追跡と転倒検知による独居高齢者遠隔見守りシステム, 電気学会論文誌, 457/463 (2006)
- [4] 安達, 笹間: 独居高齢者の転倒検知を目的とする赤外線モーションセンサ情報と RNN を用いた人物の位置推定, 2024 年電気学会電子・情報・システム部門大会, 821/824 (2024)